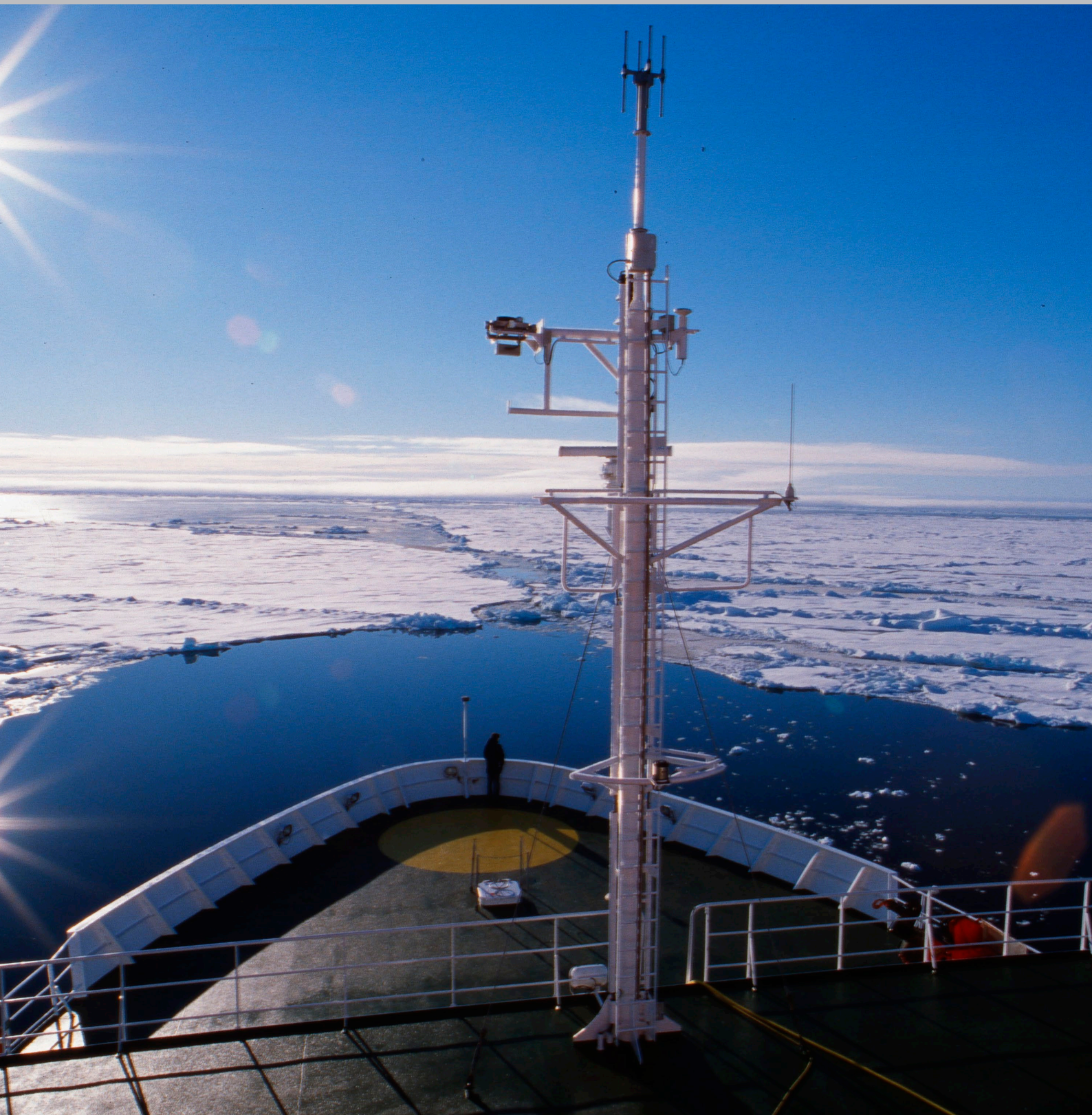


FORSCHUNGSAGENDA BLAUER OZEAN

Konzeptpapier des MARE:N Begleitkreises | Executive Summary





INHALT

1. EINLEITUNG	4
2. FORSCHUNGSTHEMEN	6
2.1 OZEANDYNAMIK IM WANDEL	6
2.2 MARINE ÖKOSYSTEME UNTER STRESS	7
2.3 UMGANG MIT MARINEN NATURGEFAHREN	8
2.4 NACHHALTIGE NUTZUNG MARINER RESSOURCEN	9
2.5 OZEAN-GOVERNANCE UND GESELLSCHAFTLICHER WANDEL	11
3. FORSCHUNGSUMFELD	12
4. BETEILIGTE AUTORINNEN UND AUTOREN	14

1. Einleitung

Der Ozean hat eine große Bedeutung als Lebens-, Natur- und Wirtschaftsraum. Er bedeckt zwei Drittel der Erdoberfläche und beherbergt das größte zusammenhängende Ökosystem der Erde mit einem insbesondere in der Tiefsee noch unbekanntem Reichtum an biologischer Vielfalt. Er steuert den globalen Wasserkreislauf, stabilisiert und beeinflusst unser Klima maßgeblich. Dabei wirkt er nicht nur durch seine thermische Trägheit auf das Klima ein, sondern auch biogeochemisch über den Austausch von Gasen mit der Atmosphäre. Als größte Wärme- und CO₂-Senke nimmt der Ozean eine Schlüsselrolle im vom menschlichen Handeln beeinflussten Klimageschehen ein. Besondere Herausforderungen sind dabei durch den wachsenden Nutzungsdruck einer rasant zunehmenden Weltbevölkerung und den vom Menschen verursachten Umweltwandel gegeben. Die Erhaltung der Leistungen der marinen Ökosysteme und der Wandel hin zu einer mehr nachhaltigen Mensch-Ozean-Beziehung sind von gesamtstaatlicher Bedeutung. Hierzu bietet die Meeresforschung die Wissensgrundlagen, erarbeitet zusammen mit Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft Handlungsoptionen und leistet so einen grundlegenden Beitrag.

Die Bundesregierung trägt mit dem Forschungsprogramm „MARE:N – Küsten-, Meeres- und Polarforschung für Nachhaltigkeit“ zum Erreichen der Agenda 2030 für die nachhaltige Entwicklung der UN und insbesondere zum 14. Nachhaltigkeitsziel „Leben unter Wasser“ (SDG 14) und dessen Querverbindungen zum 13. Nachhaltigkeitsziel zum Klima (SDG 13) und zum 15. Nachhaltigkeitsziel zur Biodiversität (SDG 15) bei. Für die kommende Dekade ist MARE:N das Rahmenkonzept der Bundesregierung für die Forschungsförderung an der Küste, im Meer und in den Polargebieten.

Da MARE:N als offener, lernender Handlungsrahmen angelegt ist, werden zukunftsrelevante Forschungsthemen gemeinsam mit Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft in zielgerichteten Agendaprozessen entwickelt. Für die Umsetzung des MARE:N-Agendaprozesses „Blauer Ozean“ wurden 16 Expertinnen und Experten in den wissenschaftlichen Begleitkreis berufen. Der Begleitkreis entwickelte unter der Leitung von Prof. Dr. Martin Visbeck (Geomar – Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung, Kiel) die hier vorgelegte Forschungsagenda, suchte dazu den Dialog mit den entsprechenden Strategieguppen des Konsortiums Deutsche Meeresforschung (KDM), führte das MARE:N Forum durch und bezog auch die Ideen von Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern ein.



Teilnehmer des Forums „Blauer Ozean“ in Bonn

Der wissenschaftliche Begleitkreis, bestehend aus Expertinnen und Experten der Meeresbiologie, Meereschemie, Ozeanographie und der marinen Geowissenschaften sowie der Sozial- und Politikwissenschaften, fasste die Resultate des Konsultationsprozesses zusammen und entwickelte unter Mitarbeit von weiteren Ozeanexpertinnen und -experten das vorliegende Konzeptpapier, das den künftigen Forschungsbedarf in fünf Forschungsfelder und fünf Querschnittsthemen gliedert. Die vorgeschlagene Forschungsagenda ermöglicht es der Bundesregierung, zentrale Beiträge der Wissenschaft für die anstehenden politischen Prozesse bereit zu stellen. Die Ozeanforschung ist in vielen Bereichen international gut vernetzt und in den meisten Fällen sind sowohl die Intergovernmental Oceanographic Commission der UNESCO (IOC-UNESCO) als auch der International Science Council (ISC, früher ICSU) Sponsoren der Aktivitäten. Auf europäischer Ebene organisiert sich die Meeresforschung unter dem Marine Board und eine Vielzahl von Projekten wird durch JPI-Oceans (Joint Programming Initiative) und die Forschungskommission (derzeit Horizon 2020 und bald Horizon Europe) durchgeführt. Für den Atlantik gibt es auch internationale Handlungsrahmen für die Zusammenarbeit – das Galway Statement on Atlantic Ocean Cooperation zwischen der EU, Kanada und den USA seit 2013 und das Belem Statement für den Südatlantik zwischen EU, Brasilien und Südafrika mit Erweiterungen auf Argentinien und die Kapverden.

Klimarelevante Ergebnisse werden im IPCC-Prozess für politische Entscheidungsträgerinnen und -träger zusammengefasst und bewertet. Der Zustand des Ozeans im Allgemeinen wird im United Nations World Ocean Assessment zusammengefasst, während der Zustand der Biodiversität auch über das IPBES berichtet wird. Die Ozeandimension der Agenda 2030 und deren nationale Umsetzung in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie werden auch durch die Forschungsarbeiten von MARE:N mit Basis- und Handlungswissen unterstützt. Schlussendlich ist der Anspruch von MARE:N, international sichtbare Beiträge zur Ozeandekade für Nachhaltige Entwicklung in dem Jahrzehnt 2021–2030 zu leisten.

Das vorliegende Papier des MARE:N-Begleitkreises wird im Januar 2019 dem BMBF und weiteren mit der Meeresforschung befassten Ressorts zur Konsultation übergeben. Die vorgeschlagene Agenda ist auch die Basis für weiterführende Initiativen der Mitglieder des Konsortiums Deutsche Meeresforschung (KDM) und aller anderen Akteure der Meeresforschung, Zivilgesellschaft und Wirtschaft. Das MARE:N-Konzeptpapier „Blauer Ozean“ soll die Grundlage für künftige Förderbekanntmachungen in der Ozeanforschung sein. Es kann weiterhin Impulse geben für den Europäischen Forschungsraum (JPI Oceans und Horizon Europe) sowie zur thematischen Ausgestaltung der sich in Entwicklung befindenden Deutschen Allianz für Meeresforschung DAM.

FORSCHUNGSTHEMEN				
Ozeandynamik im Wandel	Ökosysteme unter Stress	Umgang mit marinen Naturgefahren	Nachhaltige Nutzung mariner Ressourcen	Governance und gesellschaftlicher Wandel
Zirkulationsänderung <ul style="list-style-type: none"> • Klimamoden • Wärmetransport • Sauerstoff- und CO₂-Transport 	Folgen des Klimawandels <ul style="list-style-type: none"> • Multistressoren • Versauerung • Ökosystem Resilienz 	Gefahrenketten <ul style="list-style-type: none"> • Hangrutschung • Erdbeben • Tsunami 	Geologische Ressourcen <ul style="list-style-type: none"> • Mineralische Rohstoffe • Fossile Energierohstoffe • Süßwasser 	Staat und Meer <ul style="list-style-type: none"> • Regulierungssysteme • Meeresvölkerrecht • Internationale Schutzgebiete
Biogeochemische Kreisläufe <ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Aufnahme • Nährstoffe • Spurengase 	Verschmutzung <ul style="list-style-type: none"> • Nährstoffe • Plastik • Lärm 	Biologische Gefahren <ul style="list-style-type: none"> • Viren • Bakterien • Quallen 	Biologische Ressourcen <ul style="list-style-type: none"> • Fischerei und Aquakultur • Naturstoffe 	Gesellschaft, Markt und Meer <ul style="list-style-type: none"> • Blue Economy • Benefit Sharing • Zertifizierung
Regionale Auswirkungen <ul style="list-style-type: none"> • Golfstrom-Zirkulation • Meeresspiegel 	Habitatveränderung <ul style="list-style-type: none"> • Biodiversität • Überfischung • Invasive Arten 	Warnsysteme <ul style="list-style-type: none"> • Tsunami • Algenblüten 	Erneuerbare Energien <ul style="list-style-type: none"> • Windenergie • Wellenenergie 	Mitigations- und Anpassungsforschung <ul style="list-style-type: none"> • Leben mit Umweltwandel • Anpassung • Gesellschaftliche Transformation
FORSCHUNGSUMFELD				
Beobachtungssysteme (Forschungsschiffe, Global Ocean Observing System, Sensoren) Modellsysteme (Ozeanzirkulationsmodelle, Erdsystemmodelle, Datenassimilation) Datensysteme (Datenmanagement, offene Daten-Archive, Big Data Analysis) Wissensaustausch (Kommunikation, Transdisziplinarität, Gesellschaft) Nachwuchsförderung (Karrierewege, Kapazitätsentwicklung, Internationaler Austausch)				

Struktur des Konzeptpapiers – Forschungsthemen MARE:N – „Blauer Ozean“

2. Forschungsthemen

2.1 OZEANDYNAMIK IM WANDEL

Leitfragen:

- Wie wirken sich natürliche und anthropogene Umweltveränderungen auf die Ozeandynamik aus und beeinflussen dadurch u. a. Zirkulationsmuster und Meeresspiegelanstieg?
- Was sind die (regional unterschiedlichen) Auswirkungen einer geänderten Ozeandynamik auf biogeochemische Prozesse und Stoffkreisläufe im Ozean?
- Welche kurz- und langfristigen Einflüsse hat ein sich wandelnder offener Ozean auf die Prozesse in der Atmosphäre, im Sediment und in den angrenzenden Schelfgebieten?
- Auf welchen Raum- und Zeitskalen lassen sich veränderliche Ozeanzirkulation und -zustand mit welcher Genauigkeit vorhersagen?

Zirkulation und Zustand des offenen Ozeans müssen kontinuierlich beobachtet und modelliert werden, um mögliche weitreichende Änderungen durch äußere (anthropogen-induzierte) Einflüsse und deren Auswirkungen frühzeitig erfassen zu können. Eine Auswahl an klimarelevanten ozeanischen Schlüsselregionen, in denen sich diese Auswirkungen eindeutig und auf kurzen Zeitskalen zeigen, bietet sich für diese Fragestellungen an. Um natürliche Änderungen von anthropogenen unterscheiden zu können, sind neben Langzeitbeobachtungen auch realitätsnahe Ozean- und Klimamodelle und die Verbindung von Modell-/Datenstudien notwendig. Die mit den Änderungen der Meeresströmungen verbunden veränderten Stofftransporte sorgen für regional-unterschiedliche Auswirkungen auf biogeochemische Prozesse. Regionale Trends des Temperaturanstiegs, der Versauerung, der Nährstoffzunahme und der Sauerstoffabnahme, die als Stressoren die marinen Ökosysteme beeinflussen, müssen in Verbindung mit den Zirkulationsänderungen in ausgewählten Schlüsselregionen (wie dem Nordatlantik und dem nördlichen Indischen Ozean) untersucht werden.

Daraus leitet sich folgender Forschungs- und Entwicklungsbedarf ab:

- Kontinuierliche Erfassung, verbessertes Verständnis und Vorhersage von Prozessen, die auf jährlichen bis dekadischen Zeitskalen für Zirkulationsänderungen verantwortlich sind (unter Berücksichtigung paläo-ozeanographischer Studien für die Trennung natürlicher und anthropogener Faktoren).
- Modell-Datenvergleiche mit realitätsnahen Ozeanmodellen zur Identifizierung der Antriebsprozesse und der raumzeitlichen Muster der Variabilität. Studien zu Vorhersagbarkeit und Projektion von hydrographischen und Zirkulationsänderungen und ihrer Auswirkungen auf das Klimasystem über die nächsten Dekaden bis Jahrhunderte.
- Abschätzungen der Auswirkungen von Zirkulationsänderungen im offenen Ozean auf den Schelfbereich und den Meeresspiegelanstieg sowie das europäische Klima.
- Bestimmung der Prozesse, welche die natürliche Variabilität der biogeochemischen Kreisläufe und Stoffkreisläufe in bisher vernachlässigten oder schwer zugänglichen Schlüsselregionen des offenen Ozeans antreiben.
- Identifizierung und Quantifizierung der Auswirkungen von anthropogenen Umweltveränderungen auf biogeochemische Prozesse und Stoffkreisläufe (z. B. Kohlenstoffaufnahme) in Schlüsselregionen des offenen Ozeans (z. B. Nordatlantik, nördlicher Indischer Ozean, Südozean, Arktischer Ozean, Wirbel in den Subtropen).

2.2 MARINE ÖKOSYSTEME UNTER STRESS

Leitfragen:

- Wie beeinflussen Folgen des fortschreitenden Klimawandels den Ozean, vor allem Erwärmung, Versauerung und Sauerstoffabnahme, einzeln und im Zusammenspiel innerhalb mariner Ökosysteme?
- Wie wirken Einträge unterschiedlichster Schadstoffe (Chemikalien, Müll etc.) auf strukturbildende Schlüsselarten und somit die Leistung mariner Ökosysteme?
- Wie reagieren marine Ökosysteme auf direkte menschliche Eingriffe wie z. B. Habitatzerstörung, Einschleppung invasiver Arten und Überfischung?

Marine Ökosysteme haben vor allem in ihrer Funktion als wichtige Nahrungs- und Rohstoffquellen eine immense sozio-ökonomische Relevanz für die menschliche Gesellschaft. Dennoch sehen sie sich heute aufgrund menschlicher Aktivitäten einer Vielzahl von Stressfaktoren ausgesetzt, die bereits zu signifikanten Veränderungen des marinen Lebensraumes und der natürlichen Biodiversität geführt haben. Ursächlich dafür sind vor allem der Klimawandel, die Verschmutzung der Meere, die intensive Nutzung mariner Ressourcen und die Veränderung von Habitaten, deren Auswirkungen sich in Zukunft noch verstärken werden. Die Abschätzung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Folgen der vielfältigen anthropogenen Einflüsse ist daher eine der großen Herausforderungen für die moderne Meeresforschung.

Daraus leitet sich folgender Forschungs- und Entwicklungsbedarf ab:

- Erfassung, Verständnis und Vorhersage der gegenwärtigen und zukünftigen Verbreitungsgrenzen, Strukturen und Funktionen mariner Ökosysteme (auch unter Berücksichtigung des Einflusses invasiver Arten).
- Abschätzung der natürlichen räumlichen und zeitlichen Variabilität mariner Ökosysteme und ihrer Anpassungsfähigkeit und Identifizierung ökosystem-relevanter Kippunkte auf Zeitskalen von Jahreszeiten (z. B. anhand von mobilen und stationären Beobachtungsplattformen) bis Glazial-Interglazial-Zyklen (z. B. anhand von Sedimentkernbohrungen).
- Abschätzung des Einflusses verschiedener Stressoren bzw. Stressor-Komplexe auf die physiologischen Leistungen mariner Schlüsselarten basierend auf der Entwicklung und Anwendung sensitiver Methoden zur Erfassung und Bewertung der Wirkung dieser Stressoren.
- Verständnis und Modellierung der Zusammenhänge zwischen (multiplen) Stressoren und deren Wirkung auf Ökosystemkomponenten zur Entwicklung verbesserter Risikoabschätzungen und Monitoringkonzepte.

2.3 UMGANG MIT MARINEN NATURGEFAHREN

Leitfragen:

- Welche Prozesse lösen geologische Großereignisse mit besonderem Gefährdungspotenzial (insbesondere submarine Hangrutschungen oder Starkbeben) aus?
- Wie entwickeln sich Gefahrenketten aus einem Einzelereignis (Erdbeben – Massenumlagerung – Tsunami) und welche Gefahren entstehen dadurch für die global vernetzte Gesellschaft?
- Wie wirken Habitatänderungen auf die Zunahme potenziell humanpathogener Bakterien?
- Welchen Einfluss hat die Zunahme von giftigen Algenblüten auf die Nahrungskette und auf Nahrungsmittel aus dem Meer?

Die Auswirkungen mariner geologischer und biologischer Naturgefahren auf die menschliche Gesellschaft haben in den letzten Jahrzehnten eine globale Dimension erreicht, der mit Hilfe von Mitigations- und Schutzsystemen entgegengewirkt werden muss. Ursächlich dafür sind fundamentale biologische oder geologische Prozesse, deren Auslösemechanismen noch nicht vollumfänglich verstanden sind. Insbesondere kaskadierende Ereignisketten oder extreme Einzelereignisse erhöhen die Exposition und Vulnerabilität der Gesellschaft gegenüber den damit verbundenen Gefahren und verdeutlichen dadurch die Notwendigkeit einer verbesserten Quantifizierung der Auslöseprozesse und systeminternen Abhängigkeiten sowie der gesellschaftlichen Kapazitäten, mit diesen umzugehen.

Der größte Forschungsbedarf besteht daher in Bezug auf die Ursachen und Auslösemechanismen gefährdender Ereignisse, um eine verbesserte Gefährdungsabschätzung zu erlangen und Frühwarn- und Katastrophenschutzsysteme auf regionale und lokale Gegebenheiten anpassen zu können. Insbesondere die technologischen Entwicklungen der vergangenen Jahre in der Tiefseeinstrumentierung sowie in Bezug auf Kapazitäten zur Meeresbodenkartierung haben zu einem fundamentalen Erkenntniszugewinn geführt, der durch gezielte Beobachtungs- und Monitoringansätze ausgebaut werden muss. In Zukunft werden Sensoren verstärkt multifunktional gleichzeitig für Forschungsexperimente und zur Frühwarnung bzw. Vorhersage eingesetzt werden können und somit zu einer Beschleunigung der wissenschaftlichen Erkenntnisse parallel zu einer Optimierung von Frühwarnsystemen und umgekehrt führen.

Daraus leitet sich folgender Forschungs- und Entwicklungsbedarf ab:

- Erfassung und Quantifizierung der zeitlichen und räumlichen Evolution von Prozessen und physikalischen Vorbedingungen im Vorlauf eines Ereignisses durch verbesserte und optimierte Beobachtungssysteme und Observatorien.
- Transformation der Beobachtungen und Integration der Messdaten in Simulationen für ein umfassendes Modell, das die zeitlichen Veränderungen und räumlichen Variationen physikalischer, biologischer und hydrologischer Parameter berücksichtigt.
- Entwicklung eines langfristigen Erfassungssystems basierend auf modernen biologischen Detektionsmethoden wie e(environmental) DNA, welches die Populationsdynamiken vor Ausbruch von Massenvermehrungen erfasst.
- Identifizierung von zielgenauen Kommunikationsmethoden und -wegen, um die Effektivität von Warn- und Schutzsystemen in Abhängigkeit der regionalen gesellschaftlichen Gegebenheiten zu erhöhen und die Systeme zu institutionalisieren.
- Verständnis und Quantifizierung von Prozessabhängigkeiten in geologischen und biologischen Systemen u. a. in Bezug auf das Zusammenwirken virulenter Bakterien in Kombination mit multiplen Antibiotika-Resistenzen bzw. auf das Auftreten transienter Signale oder Meeresbodendeformation als Indikatoren für Auslöseprozesse geologischer Ereignisse.

2.4 NACHHALTIGE NUTZUNG MARINER RESSOURCEN

Leitfragen:

- Können die Gewinnung von Rohstoffen und die Erzeugung erneuerbarer Energien aus dem Meer Beiträge zur Deckung der weltweiten Nachfrage leisten, und welche Maßnahmen müssen getroffen werden, um diese umweltverträglich zu gestalten?
- Wie können die Nutzung küstenferner Bereiche für Aquakultur oder die Befischung von bisher kaum verwerteten Organismen zur Sicherung der globalen Ernährung beitragen?
- Wie können Ressourcen, die bisher kaum genutzt werden, wie etwa Süßwasservorkommen im Meeresboden oder Naturstoffe, umweltschonend erschlossen und nachhaltig genutzt werden?

Die gesellschaftliche Nutzung von Ressourcen des Blauen Ozeans nimmt an Umfang und Intensität stetig zu und geht mit massiven Eingriffen in marine Lebensräume einher. Die bisherigen wissenschaftlichen Kenntnisse reichen aber nicht aus, um das Ausmaß der damit verbundenen Ökosystemveränderungen in zuverlässigen Zukunftsszenarien darzustellen.

Mineralische Rohstoffe wie Manganknollen, Massivsulfide und Phosphorite können in Zukunft zur Deckung des wachsenden Rohstoffbedarfs beitragen. Das Ökosystem Tiefseeboden reagiert allerdings empfindlich auf Störungen, und die möglichen Folgen reichen bis hin zur Gefahr des Aussterbens von Arten. Für eine Bewertung des Nutzens von Tiefseebergbau in Abwägung mit den Auswirkungen auf die Umwelt ist ein ganzheitliches Verständnis der Entstehungsprozesse der Rohstoffe ebenso erforderlich wie Kenntnisse über die Biodiversität von Tiefseeorganismen und ein Verständnis der von ihnen geleisteten Ökosystemfunktionen.

Die Auswirkungen von unkontrolliert austretenden Kohlenwasserstoffen auf die Ökosysteme der Tiefsee aus natürlichen Quellen und aus technischen Anlagen sind bisher wenig erforscht. Die Ziele der COP 21 zur Reduktion von Treibhausgasemissionen können aber nur erreicht werden, wenn auch ihr Beitrag zum Klimawandel abgeschätzt werden kann. Die Meere bieten vielfache Möglichkeiten für die Gewinnung erneuerbarer Energien. Das Potenzial solcher Technologien auf hoher See wie auch die Wechselwirkungen mit der marinen Umwelt müssen erschlossen werden. Angesichts eines sich verändernden Klimas können Offshore-Grundwasservorkommen in Zukunft einen wertvollen Beitrag zur Trinkwasserversorgung in

ariden küstennahen Gebieten leisten. Über die Kapazitäten und Eignungen solcher Offshore-Grundwasservorkommen ist bisher wenig bekannt, und Methoden einer nachhaltigen Nutzung fehlen.

Die Bedeutung von Nahrungsmitteln aus dem Meer für die globale Ernährungssicherung wird weiter steigen, und wegen zunehmender Überfischung weltweiter Bestände sind ein effektiveres Fischereimanagement und eine deutliche Steigerung der Aquakulturproduktion nötig. Küstenferne Aquakulturanlagen oder die Nutzung von bisher kaum befischten Organismen wie etwa Krill oder mesopelagischen Fischen können für eine nachhaltige Versorgung mit aquatischen Lebensmitteln geeignet sein. Viele marine Organismen produzieren biologisch wirksame Naturstoffe, die sehr wertvoll für die Entwicklung von Antibiotika, neuen Medikamenten, etwa zur Krebsbehandlung, oder technischer Anwendungen sind. Der gesellschaftliche Bedarf an solchen Biomolekülen ist groß, und extreme Lebensräume der Tiefsee können für ihre Gewinnung bedeutsam sein.

Daraus leitet sich folgender Forschungs- und Entwicklungsbedarf ab:

- Untersuchungen und Modellrechnungen zu Entstehungsprozessen und Bildungsbedingungen mariner mineralischer Rohstoffe, die die Anreicherungen verschiedener Elemente und somit der Rohstofftypen abbilden, damit Bewertungen der Rohstoffpotenziale und Vulnerabilitäten der Ökosysteme möglich sind.
- Erforschung der Biodiversität und der großräumigen genetischen Verbundenheit von Fauna und Mikroorganismen; Untersuchungen der Resilienz von Arten und Populationen gegenüber Störungen sowie der Rückkopplungen zwischen biogeochemischen Prozessen und Organismenzusammensetzungen.
- Untersuchungen der Auswirkungen von Öl- und Gasaustritten auf Tiefseeökosysteme, sowohl bei Havarien von technischen Anlagen als auch an natürlichen Quellen; Bilanzierung und Abschätzung der Klimawirksamkeit von Kohlenwasserstoffemissionen aus natürlichen Quellen und aus Altbohrungen.
- Exploration von nutzbaren Süßwasservorkommen im Meeresboden; Entwicklung von Detektionsmethoden und von Klassifizierungskriterien für die Nutzungsfähigkeit der Vorkommen.

- Erforschung der Verhaltensbiologie von Meerestieren, sowohl als Grundlage für eine erfolgreiche Zucht in Aquakulturen als auch für die Entwicklung alternativer und nachhaltiger Fang-, Kultur- und Erntemethoden auf hoher See.
- Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf Populationen und deren Dynamiken sowie auf Gemeinschaften und Nahrungsnetze.
- Verbesserung des Zugangs zu Organismen aus extremen Lebensräumen wie heißen Tiefseequellen, Standorten mit extremen chemischen Umweltbedingungen und in besonders großen Tiefen sowie Forschung und Entwicklung zur Bergung und Kultivierung dieser Organismen unter in-situ-Bedingungen.
- Untersuchungen zu Potenzialen und Standortbedingungen für erneuerbare Energien aus dem Meer sowie der grundlegenden Wechselwirkungen von technischen Anlagen mit der belebten und unbelebten marinen Umwelt.

2.5 OZEAN-GOVERNANCE UND GESELLSCHAFTLICHER WANDEL

Leitfragen:

- Wie leiten bestehende Regulierungs- und Anreizsysteme menschliches Verhalten im Umgang mit dem offenen Ozean, dessen Ressourcen und von ihm ausgehenden Gefahren?
- In welchem Verhältnis stehen de jure und de facto Governance-Praktiken im nachhaltigen Umgang mit dem Ozean? Inwiefern bestimmen Akteurspositionen oder die institutionellen Strukturen, in denen sie agieren, die Gestaltung von Entscheidungs- und Aushandlungsprozessen?
- Wie lassen sich Verteilungs- und Zielkonflikte zwischen Staaten, sozialen Gruppen, Regionen und Generationen vermeiden und gesellschaftlich akzeptierte Modelle zum Umgang mit Gewinnen und Verlusten im Umgang mit dem Meer, seinen Ressourcen und Gefahren entwickeln?

Die langfristige – im Sinne der nachhaltigen Entwicklungsziele – Umgestaltung gesellschaftlichen Produktions- und Konsumverhaltens in Bezug auf den offenen Ozean und seiner Ressourcen ist nur mittels einer Weiterentwicklung der Instrumente, Anreiz- und Regulierungsmechanismen von Meeres-Governance möglich. Diese Weiterentwicklung der Institutionen und rechtlichen Rahmenwerke, die menschliches Verhalten in Bezug auf den offenen Ozean und seine Ressourcen leiten, sollte nicht ausschließlich von politischen Interessen oder vom Markt bestimmt werden, ohne wissenschaftliche Grundlage und gesellschaftliche Reflexion.

Stattdessen ist es notwendig, dass die Entwicklungen der institutionellen Rahmenwerke im Umgang mit dem offenen Ozean wissenschaftlich begleitet und substantiiert werden. Dies bedeutet die systematische Erhebung und Analyse sozialer Prozesse und Akteure, ihrer Werte, Rationalitäten und Verhaltensmuster sowie der Auswirkungen unterschiedlicher Institutionen, Normen und Regelwerke auf den Umgang mit dem offenen Ozean in verschiedenen gesellschaftlichen Kontexten und Kulturen. Es bedarf hierfür der qualitativen und quantitativen Erhebung menschlichen Verhaltens in Gemeinschaften sowie der institutionellen Anreiz- und Regulierungsmechanismen und Diskurse, die dieses Verhalten in Bezug auf das Meer in ausgewählten, besonders bevölkerungsstarken Regionen leiten. Aufgrund der hohen politischen Relevanz und Dynamik internationaler Meerespolitik ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse im engen Dialog mit politischen und gesellschaftlichen Akteuren zur Anwendung gebracht werden können und dadurch eine Transformation zur Nachhaltigkeit befördern.

Daraus leitet sich folgender Forschungs- und Entwicklungsbedarf ab:

- Systematische Untersuchung des Zusammenwirkens unterschiedlicher staatlicher und nicht-staatlicher Governance-Ebenen (lokal, national, regional und global) und der Interaktion unterschiedlicher Sektoren (Fischerei, Schifffahrt, Tiefseebergbau, Meeresschutz etc.); Identifikation von Akteursstrukturen und -dynamiken, die einer Kohärenz entgegenwirken können.
- Systematische Erhebung der Auswirkungen existierender staatlicher, überstaatlicher und markt-basierter Regulierungs- und Anreizsysteme, Diskurse und Formen öffentlicher Meinungsbildung auf gesellschaftliches Verhalten im Umgang mit dem Ozean als Nutz- und Schutzgut.
- Untersuchung existierender Governance-Mechanismen in Bezug auf die Verteilung von Gewinnen und Verlusten sowie Zielkonflikten im Umgang mit dem Meer, seinen Ressourcen und von ihm ausgehenden Gefahren; Identifikation möglicher, teilweise historisch bedingter, Konfliktlinien zwischen gesellschaftlichen Gruppierungen, Regionen und Generationen und Entwicklung von Access-and-Benefit-Sharing-Modellen, die einen nachhaltigen Umgang unter der Wahrung gesellschaftlichen Zusammenhalts ermöglichen.
- Analyse existierender umweltbezogener Standards und Zertifizierungsmodelle für Ressourcennutzung sowie politischer, gesellschaftlicher und marktwirtschaftlicher Zielformulierungen im Bereich der nachhaltigen Nutzung mariner Ressourcen.

3. Forschungsumfeld

Die erfolgreiche und effiziente Umsetzung der Forschungsagenda für MARE:N ist nur möglich, wenn gleichzeitig auch das Forschungsumfeld hinreichend leistungsstark aufgestellt ist. Beobachtungen für den Ozean werden zum einen von flexiblen und multidisziplinär einsetzbaren Forschungsschiffen gewonnen. Zum anderen wächst die Anzahl der autonom operierenden Beobachtungsplattformen und die Leistungsfähigkeit und Vielzahl der verwendbaren Sensorik. Die Fernerkundung und Daten, die von Handelsschiffen und anderen Akteuren gewonnen werden, nehmen laufend zu. Ozean-Modellsysteme werden immer leistungsstärker und erlauben eine immer realistischere Simulationen des Ozeansystems. Beobachtungs- und Modellsysteme erzeugen viele Daten, die möglichst schnell, flexibel und auffindbar verwaltet werden müssen. Auch die neuen Möglichkeiten von künstlicher Intelligenz und Maschinen-Lernen ermöglichen neue Arten der Ozeanforschung. Der Wissensaustausch mit der Gesellschaft nimmt an Bedeutung zu und innovative Formate der Kommunikation erleichtern einen zielgerichteten Transfer von neuem Wissen, Innovationen und Handlungsoptionen für die Zukunft im Mensch-Ozean-Kontext. Aus- und Weiterbildung sichern die Kompetenz der jetzigen und zukünftigen Generation der Ozeanforscher in Deutschland, Europa und weltweit.

Beobachtungssysteme in der Ozeanforschung reichen von einer multidisziplinären Forschungsschiffflotte über eine stark zunehmende Zahl von autonomen und interaktiv betriebenen, ortsfesten und mobilen Messplattformen bis hin zur Fernerkundung. Diese Systeme profitieren von dem rasanten technologischen Fortschritt, welcher die Entwicklung neuer Generationen von Plattformen, Sensoren sowie Mess- und Probenahme-Systemen ermöglicht. Um das Potenzial neuer Entwicklungen zu nutzen, müssen ein langfristiger, operationeller Betrieb und eine internationale Vergleichbarkeit von Daten aus den verschiedensten Messsystemen gewährleistet werden. Auch der Betrieb des wachsenden Global Ocean Observation Systems (GOOS) muss gesichert werden für die Erfassung von wichtigen Langzeitdaten.

Modellsysteme haben sich zu einer wichtigen Basis für die Ozeanforschung und Klimaforschung entwickelt. Wegen der Breite der Fragestellungen im Bereich der Disziplinen (Physik, Chemie, Ökologie und Geologie), aber auch wegen Raumskalen (Global, Ozeanbeckenskala, Randmeere) und Zeitskalen (Stunden, Jahre, Dekaden und Jahrhunderte) wird eine Hierarchie von unterschiedlichen Modellsystemen benötigt. Ozean-System-Modelle sind in unterschiedlicher Weise mit Modellen der Atmosphäre (als Klimamodell),

des marinen Ökosystems bis hin zum Fisch, im Küstenbereich mit aktiver Morphologie und Landmodellen oder dem Meeresboden gekoppelt. Trotz aller Anstrengungen zur Entwicklung effektiverer Modellarchitekturen und Algorithmen sind die benötigten Rechnerkapazitäten von Ozean- und Erdsystemmodellen enorm. Es werden dazu nationale und europäische Lösungen gebraucht, die Zugang zu Höchstleistungsrechnern ermöglichen. Auch die Speicherung der großvolumigen Modellergebnisse und deren Analysen stellen neue Herausforderungen an die Datenverfügbarkeit und modernste cloud-basierte Auswertesoftware.

Datensysteme werden in der Zukunft immer wichtiger und müssen eine zunehmend komplexe Landschaft in der Forschung und Gesellschaft bedienen. Es gilt, bereits bestehende Strukturen auszubauen und im Sinne einer nationalen Daten- und Kommunikationsinfrastruktur langfristig und nachhaltig abzusichern. Dadurch soll auch erreicht werden, dass diese Daten langfristig für kommende gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Aufgaben zur Verfügung stehen. Gleichzeitig soll die Forschungsförderung sowohl die europäische Datenpolitik als auch die Open-Data-Politik weiter durchsetzen. Es entstehen neue offene Datenarchitekturen für die Verteilung von Daten und Informationen in sogenannten „Open Data Science Clouds“. Es wird ein rasanter Zuwachs in diesem Bereich erwartet und die deutsche Meeresforschung sollte zu dem Thema eine nationale Strategie, Kapazitäten sowie Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen fördern.

Wissensaustausch zwischen wissenschaftlicher Meeresforschung und Akteuren aus Gesellschaft, Politik und Wirtschaft ist essenziell, um gemeinsam gesellschaftlich und wissenschaftlich relevante Forschung zu entwerfen, durchzuführen und identifizierte Handlungsmaßnahmen umzusetzen. Inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit und die Integration unterschiedlicher Wissensbestände sind hier wichtige Bausteine, damit meereswissenschaftliche Forschung zu einer gesellschaftlichen Transformation beitragen kann. Die Formen des Wissenstransfers unterscheiden sich je nach Zielgruppe. Damit Ideen zu Innovationen, Talente zu Leistungsträgern und Forschungserkenntnisse zu politischen Handlungsempfehlungen werden, braucht es allerdings in jedem Fall eine wirkungsvolle und zielgerichtete Wissenschaftskommunikation. Zu innovativen Formaten gehören „Reallabore“, Citizen-Science-Projekte und digitale Bildungsformate wie Massive Open Online Courses (MOOC). Der Transfer von Forschungsergebnissen in die Wirtschaft wird durch Ausgründungen und Firmenkooperationen zum Beispiel im Bereich der

Meerestechnologie oder Innovationen zur nachhaltigen Nutzung der Ozeane unterstützt und kann die lokale Wirtschaft stärken und umweltfreundlicher gestalten.

Nachwuchsförderung und Internationale Zusammenarbeit auf Ebene von Individuen und Gruppen hat das Ziel, langfristig die Leistungsfähigkeit der Ozeanforschung in Deutschland über die Ausbildung zukünftiger Ozean-affiner Entscheidungsträger sicherzustellen und die Zusammenarbeit in und über Europa hinaus wissenschaftlich fundiert zu gestalten. Darüber hinaus gilt es, die Qualität der grundständigen und weiterführenden universitären Ausbildung, verbunden mit daraus resultierenden attraktiven Karrierestrukturen und beruflichen Perspektiven, zu sichern. Eine fächerübergreifende Doktorandenausbildung sollte durch eine strukturierte Qualifizierungsphase auf dem Weg zur Promotion ausgebaut werden. Zudem helfen Förderprogramme zum internationalen wissenschaftlichen Austausch sowohl ‚outgoing‘ als auch ‚incoming‘ frühzeitig, internationale Forschungserfahrungen zu sammeln. Es geht auch um Hilfestellung beim Umgang mit Zeitverträgen, internationalen Karrieren bis hin zur Unterstützung auf dem Weg zu Leitungspositionen. Die Karriereförderung gilt es allgemein zu verbessern, insbesondere für Frauen, gesellschaftliche Randgruppen und internationale Gäste, die in Leitungspositionen in der Wissenschaft nach wie vor unterrepräsentiert sind.

4. Beteiligte Autorinnen und Autoren

Wissenschaftlicher Begleitkreis MARE:N „Blauer Ozean“

Hermann W. Bange (GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel) | **Christian Borowski** (Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen) | **Reinhold Hanel** (Thünen-Institut für Fischereiökologie) | **Dierk Hebbeln** (MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen) | **Anna-Katharina Hornidge** (Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT) und Universität Bremen) | **Birgit Klein** (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) | **Heidrun Kopp** (GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel) | **Andrea Koschinsky** (Jacobs University) | **Christian Müller** (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) | **Katharina Pahnke-May** (ICBM – Institut für Chemie und Biologie des Meeres) | **Michael Schulz** (MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen) | **Detlef Stammer** (Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN), Universität Hamburg) | **Sebastian Unger** (IASS Potsdam – Institute for Advanced Sustainability Studies e. V.) | **Martin Visbeck** (GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel und Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) | **Anya Waite** (ehemals Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung; nun Ocean Frontier Institute (OFI), Halifax, Canada) | **Joanna Waniek** (Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde – IOW)

Mit Beiträgen von:

Pedro Martinez Arbizu (DZMB/Senckenberg, Wilhelmshaven) | **Holger Auel** (Universität Bremen) | **Udo Barckhausen** (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) | **Christian Berndt** (GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel) | **Arne Biastoch** (GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel) | **Martin Blumenberg** (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) | **Angelika Brandt** (Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung und Naturmuseum) | **Thorsten Dahm**

(Deutsche GeoForschungsZentrum GFZ) | **Werner Ekau** (Leibniz Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT)) | **André Freiwald** (Senckenberg am Meer) | **Matthias Haeckel** (GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel) | **Wilhelm Hagen** (Universität Bremen) | **Helmut Hillebrand** (ICBM – Institut für Chemie und Biologie des Meeres/Universität Oldenburg) | **Ulrike Kammann** (Thünen-Institut für Fischereiökologie,) | **Silja Klepp** (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) | **Marianne Kunkel** (Leibniz Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT)) | **Andreas Kraemer** (Ecologic Institut und Oceano Azul Foundation) | **Sebastian Krastel** (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) | **Martin Krüger** (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) | **Michal Kucera** (MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen) | **Grit Martinez** (Ecologic Institut) | **Birthe Matthiessen** (GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel) | **Aletta Mondré** (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) | **Wiebke Müller-Lupp** (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) | **Barbara Neumann** (IASS Potsdam – Institute for Advanced Sustainability Studies e. V.) | **Andreas Oeschli** (GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel) | **Dieter Piepenburg** (Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung) | **Claudio Richter** (Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung) | **Tim Rixen** (Leibniz Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT)) | **Carsten Rühlemann** (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) | **Achim Schlüter** (Leibniz Zentrum für Marine Tropenforschung, Bremen (ZMT)) | **Torsten Schlurmann** (Leibniz Universität Hannover) | **Jörn Schmidt** (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) | **Volker Steinbach** (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) | **Deniz Tasdemir** (GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel) | **Claudia Wienberg** (MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen)

Der Projektträger Jülich hat die Arbeit des Begleitkreises insbesondere durch Lydia Gustavs tatkräftig unterstützt. Sigrid Keiser vom GEOMAR hat bei der Endredaktion des Dokuments geholfen. Beiden sind wir zu großem Dank verpflichtet.

Die Entstehung des Dokuments wurde durch folgenden Prozess ermöglicht:

- September 2017 – Start des Agendaprozesses
- Oktober 2017 – Konstituierende Sitzung des Begleitkreises
- November 2017 – Forum „Blauer Ozean“ in Bonn
- März, Mai, August und November 2018 – Arbeitstreffen des Begleitkreises
- Januar 2019 – Übergabe des Konzeptpapiers an das BMBF und die meeresforschungsrelevanten Ressorts der Bundesregierung



Teilnehmer der konstituierenden Sitzung des wissenschaftlichen Begleitkreises MARE:N.

Impressum

Herausgeber:

Wissenschaftlicher Begleitkreis MARE:N „Blauer Ozean“

Satz:

Projekträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweis:

Titel: Prof. Dr. Marc Kochzius | S. 14: Projekträger Jülich/Marie Heidenreich

Druck:

Grafische Medien | Forschungszentrum Jülich GmbH

Stand:

Dezember 2018

